

Original scientific paper

UDC 551.4 (497.11)
<https://doi.org/10.2298/GSGD1802001M>

Received: September 10, 2018.

Corrected: November 08, 2018.

Accepted: December 10, 2018.

Ljubomir Menković*, **Milan Koščal****, **Milovan Milivojević^{1*}**,
Mrđan Đokić***

* *Geographical Institute "Jovan Cvijić", SASA, Belgrade, Serbia*

** *Geological Survey of Serbia*

*** *University of Niš, Faculty of Science and Mathematics, Department of Geography, Serbia*

MORPHOSTRUCTURE RELATIONS ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Abstract: The paper presents author's views on morphostructural relations on the territory of the Republic of Serbia, which are presented graphically in the form of overview (reduced) morphostructural map in the scale of 1:2,000,000 to 1:2,500,000. The methodology of making morphostructural map, its content and the way of data presentation was considered. Special attention has been paid to morphostructures, the determination of the origin and the difference between structural, morphostructural and morphosculpture relief forms. A brief overview of the geological structure, as well as the geomorphological characteristics of geotectonic, i.e. morphostructural units, is given. Finally, the geomorphological history, morphogenesis and the evolution of the relief of Serbia, from the beginning of the Miocene to the present is presented.

Key words: endogenous forces, exogenous processes, morphostructural relief forms, morphostructures, geotectonic-morphostructural units, morphogenesis

¹m.milivojevic@gi.sanu.ac.rs (corresponding author)

Introduction

Morphostructure relations on one part of the Earth's surface are the result of the combined activities of endogenous and exogenous forces. The term endogenous forces include tectonic and magmatic movements, which were continuously taking place during the geological history, with stronger or lower intensity. These movements have produced endogenous - structural forms, that is, the basic contours of the initial relief. Endogenous forms are, however, exposed to the topographic surface of the Earth by the immediate effect of exogenous processes, and thus, to a large extent, morphologically restructured. In our professional literature, probably due to insufficient experience and tradition, a small number of papers have been published on morphostructures. One of the few geomorphologists who dealt with this problem was Zeremski (1973, 1981, 1984, 1991, and 1992). According to him, morphostructures are tectonic forms that, in most cases, coincide with the character and distribution of geological formations. Zeremski (1973) also presents the morphostructural relief of Yugoslavia, Zeremski (1973), where he classified it into three main categories: morphotectures, geo (morpho) structures and morphostructures, which he elaborated and divided into genetic and morphological types of morphostructures. The same author, in accordance with the new geotectonic data, proposes a new morphostructural division of the territory of the former Yugoslavia. Zeremski published in 1990 the first geomorphological (morphostructural) map of Serbia in the scale of 1:500,000, in which forms of morphostructural relief are shown by strike (arch and linear), by the altitude (positive-mountain and negative-depression) and according to the morphological appearance, using the morphographic symbols. Data on morphostructures are also found in the work of Vukašinović (1973). Based on geologic-geophysical research, "performed for the purpose of studying the Earth" Vukašinović believes that the morphostructural division of Yugoslavia, in terms of geotectonic regionalization, has been overcome. Therefore, he proposes a more credible division of surface structures, "which developed in accordance with the deep structures."

Manzalović (1986), by analyzing the geological structures and morphology of the relief, concluded that the high mountain ranges... "Consist of arched mountain ranges that interconnect, making semicircular or circular orogenic aureoles". Orogeny aureoles, according to Manzalović, are the consequence the deep magma moves upward, to the deep parts of the Earth's crust, where the strong pressure of the magma reflects on the surface of the Earth in the form of circular or semicircular mountain ranges.

According to Marković et al. (2003), morphostructures are large relief entities formed by endogenous forces. They represent the initial relief, "which was reshaped by the exogeneous processes according to their characteristics and specificities". Finally, it needs to be pointed out, the published work of Čalić et al. (2012), which is dedicated to the Pannonian Plain. Based on detailed geomorphologic research, qualitative and quantitative geomorphologic analysis, the authors concluded that the Pannonian lowland represents the "morphostructural unit of Serbia".

There are different opinions about morphostructures, but a greater number of authors think that these are, first of all, forms of endogenous origin, that the dominant causes of their creation were tectonic and magmatic movements. Russian scientist Gerasimov (1946) defines the morphostructures as "relief units created by a combination of tectonic activities and exogenous processes". Therefore, morphostructures can be

considered as polygenetic forms, formed by the combined effects of endogenous and exogenous processes. However, they are exclusively endogenous, formed by internal forces (tectonic and magmatic), while morphosculptures are formed by the direct action of exogenous processes. Many authors believe that the opinion of Gerasimov about morphostructures is the most logical, and in the geomorphological analysis of the morphostructured relief of Serbia, they adopted his conception.

Since, under the influence of internal - endogenous forces, geological structure changes, they can also be defined as geological processes, while under exogenous processes implies surface (morphosculpture) processes. Endogenous forces or geological processes, therefore, formed structural forms of relief, that is, the initial relief, which was reshaped through exogenous processes. On the initial endogenous (structural) relief, exogenous (morphosculpture) forms are formed, and because of this, and inadequate experience, many geomorphologists have a little attention in recognizing and studying morphostructures. This is probably one of the reasons that, to this day only one, geomorphological (morphostructural) map of Serbia in scale of 1:500,000 was published (Zeremski, 1990).

According to its content, the morphostructural map is very similar to geotectonic, which may have been the reason why the geomorphologists of the geographical profession had believed that it belongs to geology. However, despite great similarities, there are, however, certain differences between them. The geotectonic map depicts the geological structure (lithological composition and structure) of the Earth's crust, without taking into account the morphological effect of exogenous processes, while the morphostructural map is devoted to the relief from the aspect of morphostructures. The link of the relief with the geological structure is seen, precisely, through the morphostructures. Morphostructural relief, therefore, should be an object of common interest (study) of geologists and geomorphologists. Geologists deal with the geological structure of the Earth's crust, while geomorphologists deal with relief.

Research methodology

Morphostructural relations on the territory of the Republic of Serbia were studied exclusively in the cabinet, based on the literature data and fond materials of the Geological Institute of Serbia and the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SANU. For analysis we used topographic maps of different sizes, manuscript and published geomorphological maps of Serbia in the scale of 1:100,000 to 1:500,000, geological maps of different sizes, especially printed sheets of Basic geological maps SFRY 1:100,000 with reports, and geological Map of Yugoslavia 1:500,000 (SGZ, 1970), which served as a basis for the creation of the morphostructural map of Serbia. A great deal of work was done by remote sensing, analysis of satellite images, and stereoscopic analysis of aerial photographs.

On the basis of all collected data, funds, satellite and aerial images analysis, the morphostructural map of Serbia 1:500,000 was made. The map was digitized and prepared for printing but, for financial reasons, it was not published. Therefore, in this paper, in place of it, a morphostructural map of smaller scale is shown (1:2,000,000 to 1:2,500,000), which, in terms of content and mode of data display, differs slightly from the mentioned morphostructural map 1:500,000.

Considering the relief from the aspect of morphostructures, it can serve as an excellent basis for: neotectonic research, geotectonic and seismotectonic regionalizations, engineering-geological research, hydro-geological (especially when exploring thermo-mineral waters associated with regional fault structures), and for the exploration of deposits of mineral resources, also related to fault structures, as well as areas of former magmatic and volcanic activity.

Geotectonic units

On the territory of the Republic of Serbia, four major geotectonic units can be distinguished based on the geographical position, geological structure, structural and morphological characteristics of the relief, as well as the time of the orogeny: Serbian-Macedonian mass, Carpatho-Balkanides, Dinarides and Vardar Zone. The listed geotectonic units represent an older, initial relief. Since they form a set of more morphostructures, different in origin, shape and size, they can also be defined as morphostructural units.

Serbian-Macedonian mass

The Serbian-Macedonian mass occupies the central part of the territory of Serbia, between the Carpatho-Balkanides unit and the Vardar Zone. It extends from Macedonia in the south, to Vršac Mountains in the north. By the time of its origin it is the oldest geotectonic, or morphostructural unit. In the geotectonic sense, it is a stable mass composed of multiple folded and intensively metamorphic rocks (various shales and gneisses). Serbian-Macedonian mass is partly covered by younger geological sediments, shallow chalk (Toplica and Grdelica gorge) and the eocene clastics of Pčinja.

The Serbian-Macedonian mass was intruded, in some parts, by granitoids (Bujanovac, Surdulica, Jastrebac) and volcanics (Radan Mt, Čemernik Mt, Grot) and by vertical faults during Oligo-Miocene was broken into blocks (horsts and trenches). Therefore, in the area of the Serbian-Macedonian mass, dominate the large mountain massifs, that is, the mountains of the bloc type and the intermountain tectonic depressions (structural basins, trenches, basins).

Carpatho-Balkanides

The Carpatho-Balkanides occupy the northeastern part of Serbia. The northern part of this mountain range, to the Timok River valley, belongs to the Carpathians and the south-eastern to Balkanides. The strike of the Carpathides to the Timok River is north-south, and from Timok River, crossing into the Balkanides, it bends to the southeast and east. The same strike is present in cases of structural and morphostructural forms, as well as mountain ridges that are bent in accordance with the Carpatho-Balkanides.

The formation of the Carpatho-Balkanides is associated with the Alpine orogeny, when on several occasions (phases of orogeny), from the Upper Triassic to the Miocene, the folding, thrust faulting and faulting took place. For the formation of the Carpatho-Balkanides mountain chain, the decisive role had Laramian phase of the Alpine orogeny, the boundary of Cretaceous and Tertiary, and finally the formation of relief, with the

formation of thrust faults, occurred in the Miocene, in the Styrian phase of the Alpine orogeny.

In the geological structure of the Carpatho-Balkanides, according to their age and lithological composition, various rocks are present: Paleozoic shales, discovered in Poreč and Stara planina Mt, then the Devonian flysch, Permian and Triassic red sandstones, Mesozoic limestone, sandstone and flysch, granitoid intrusions, gabbro and volcano-sedimentary formations. The mentioned geological structures, except for magmatic rocks, occur in the elongated zones, with intermittent interruptions, almost the entire length of the Carpatho-Balkanides, from the Romanian Carpathians, in the north to the mountains of Stara planina and Ruj (1,704 m) in the southeast.

The morphostructural relations of the Carpatho-Balkanides are determined by the geological structure (lithological composition and structure). Tectonic structure is reason of existence larger morphostructures, while the lithological composition has an impact on the morphometric characteristics of the morphological units. The youngest tectonic movements, from the beginning of the Miocene to the present, with vertical differential movements of the blocks, have a great influence on the present relief of the Carpatho-Balkanides. By uplift of, certain parts of the terrain, horsts (mountains) were formed; while by tectonic subsiding grabens (trenches, structural basins) were formed.

Dinarides

Dinarides occupy the utmost southwestern part of Serbia. With the Vardar Zone, towards the northeast, they are in a tectonic relationship. In the construction of this geotectonic or morphostructured unit, the various rocks of Paleozoic and Mesozoic ages are involved; metamorphic, clastic and carbonate rocks, volcano-sedimentary, ophiolitic melange, and ultramafites of Zlatibor Mt.

The northeastern part of the Dinarides is represented by an independent element with particular structural and lithological characteristics (Drina-Ivanjica Paleozoic). It is located between the Vardar Zone and the Dinaric ophiolitic complex. It consists of a variety of Paleozoic rocks: sandstones, metasandstones, greenschists (sericite, epidote-actinolite), quartzite, marble and kalkschists.

Folding and uplift of the Dinarides took place during the Alpine orogeny, at the same time when the Carpatho-Balkanides were formed. During the orogeny folded mountains were formed, characterized by plicative and fault structures of various shapes and sizes.

The general direction of the distribution of Dinarides is NW-SE, all the way to Metohija, respectively to mountains of Mokra Gora and Žljeb, from where they are bending to the SW. Such a strike, so-called "Metohija strike" is present on mountains Paštrik, Koritnik and Šara. The same direction retained plicative forms, anticlines and synclines as well as mountain ridges, while the position and the direction of the tectonic depressions (valleys and structural basins) is determined by fault structures. Area of Šara Mt, which by Dimitrijevic (2000) belongs to the Hellenides, represents a very compound mountain complex located between the two major tectonic zones, Metohija to SZ and Polog, on the SE. By location and geological structure, this area shows certain differences, in relation to the surrounding mountains. It consists of various rocks;

Paleozoic schists, metaclastics, Triassic limestones and specific magmatites (granite and quartzporphere).

The fault structures that border Šara Mt on SE, according to the Polog, and NW towards Ošljak Mt and Koritnik Mt (Lepenac-Prevalac-Plavska Reka), probably, represent transcurrent cleavages, along which Šara Mt block simultaneously uplifted and moved to the NE. This assumption is based on the following facts:

1. Žar pl. Mt with Ostrovica in Sirinić and the area of Raduša, by geological structure, are identical, but their connection is interrupted by the Šara Mt block. Therefore olistostromes melange with ultramafites Ostrvica and Brezovica, is located northwest of the Šara Mt, a mélangé olistostromes and ultramafites of Raduša south of Ljuboten.
2. Triassic limestone slopes of the Ošljak Mt, cut by fault in the area of Prevelac, continue only on Ljuboten, which is 10 km NE from Prevalac.
3. The Vardar Zone on its entire length is narrowest between the Šara Mt and the Serbian-Macedonian mass. While Šara Mt block, possibly moving towards NE, morphostructures NW of dislocation Lepenac-Prevalac-Plavska River bent towards the west and southwest. For this reason, the Nerodimka Mt has the direction SE-NW (similar to the Vardar Zone), Žar pl. Mt and Ošljak Mt E-W, and Koritnik Mt and Paštrik Mt NE-SW.

Such a structure has significant reflection in the morphology of the terrain. The orientation of positive and negative forms in relief is identical with the orientation of fault structures. It can therefore be concluded that the relief of the Šara Mt is conditioned by geological composition, primarily its structural characteristics.

Vardar Zone

The Vardar Zone is a very complex graben-synclitorium of central and southern Serbia, tectonically bordered between the Serbian-Macedonian mass, in the east and Dinarides, in the west. In the composition of this geotectonic-morphostructure unit, the rocks of various petrological compositions, geological histories and origins are involved: Paleozoic metamorphites (gneiss and schists), various sedimentary rocks of Mesozoic (limestone, sandstone), amphibolites, diabase and serpentinites. Significant widespread flysch sediments occur in belts, with a width of one hundred meters to several kilometers, almost the entire length of the Vardar Zone, followed by an ophiolitic melange with ultramafites (mount. Maljen, Suvobor, Kopaonik), limestones and intrusions of Tertiary granitoids (mount. Cer, Boranja, Bukulja, Kopaonik) and volcanites (mount. Rudnik, Borač, Kotlenik, Radan).

The strike of the Vardar Zone is SSE-NNW, to the Zapadna Morava River on north and then turns to NW, accordingly to direction of Dinarides. Fruška Gora Mt which by geological structure (lithological composition and structure) belongs to the Vardar Zone has the direction E-W. The same is the direction of its ridge. Otherwise, this mountain, whose relative height in relation to the Vojvodina Plain is about 200-300 m, in the morphostructural sense represents a horst, the tectonic uplifted block of the subsided Vardar Zone.

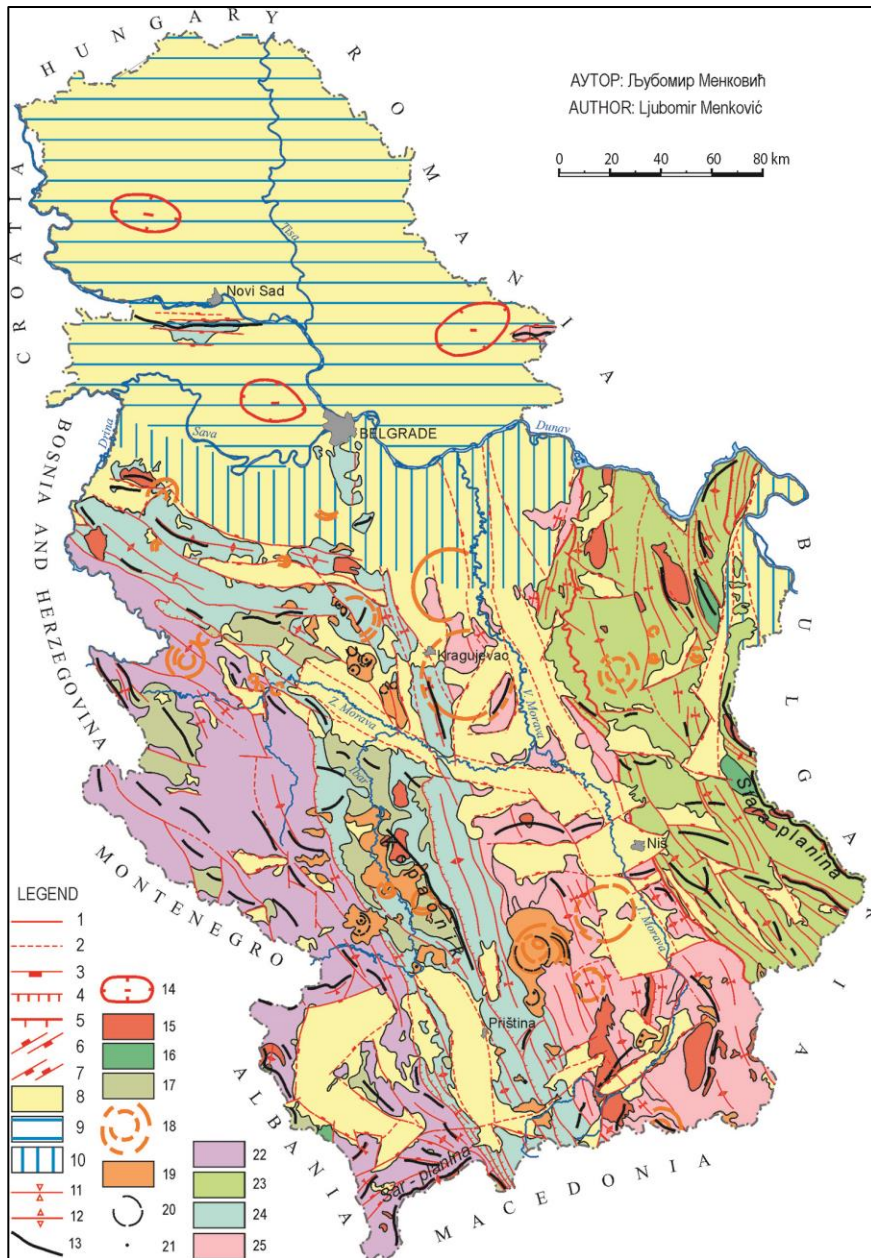


Fig. 1. Morphostructural map of the Republic of Serbia

Legend: 1. Fault certain, 2. Fault uncertain, 3. Downthrown block, 4. Reverse fault (thrust), 5. Overthrust (nappe), 6. Horst, 7. Graben, 8. Tectonic depressions, filled with Neogene and Quaternary deposits, 9. Recent bottom of the Pannonian basin, 10. Marginal parts of the Pannonian and Vlasko-Pontian basin, 11. Syncline, 12. Anticline, 13. Direction of mountain ranges, 14. Neotectonic depression, 15. Granitoides, 16. Gabbro, 17. Ultramafic rocks (peridotites), 18. Ring structures, 19. Volcanites, 20. Caldera remnants, 21. Volcanic neck, 22. Serbo-Macedonian massif, 23. Carpatho-Balkanides, 24. Dinarides, 25. Vardar Zone.

Within the Vardar Zone, especially in its southern part, in the Kačanik gorge and to the west of the Kosovo field, there is a series of longitudinal, mostly reverse faults (thrust faults) with southwestern vergences, as well as vertical faults that transversally and diagonally intercept reverse structures. It should also be noted that the Vardar Zone, under the pressure of the Šara Mt block from the southwest, is the most narrow (about 40 km) between the Šara Mt, on the W and the Serbian-Macedonian mass, on E. Going towards to the NW, the Vardar Zone is gradually expanding and breaking into several blocks (Kopaonik, Jadar, Srem) and subzones. According to Dimitrijević (2002), Vardar Zone is divided into three subzones, to External, Central and Internal zones.

Morphostructural relief forms

The forms of morphostructural relief (morphostructure) are the result of joint effects of endogenous forces (tectonic and magmatic movements) and exogenous processes. Under the influence of tectonic and magmatic movements the main contours of the relief have formed (initial relief) and later by the exogenous processes was formed morphologically. On the initial, endogenous relief, for this reason, relief forms of exogenous processes (fluvial, slope, karst, glacial, etc.) are naked the morphosculpture forms. However, when making the morphostructural map of Serbia, more attention is paid to morphostructures. Only the forms of morphostructural relief are shown graphically on the map, while morphosculptural forms, genetically bound exclusively for exogenous processes, are omitted.

On the morphostructured map of Serbia morphostructures are shown according to the endogenous origin, i.e. the mode of formation, on tectonic and neotectonic, related to tectonic and neotectonic movements, and magmatic, related by magmatic movements.

Tectonic morphostructures

The term tectonic morphostructure includes landforms of tectonic origin, sculpted and shaped by exogenous processes.

Horizontal tectonic movements formed the folded mountains with anticlines, synclines and thrusts. Vertical tectonic movements resulted, on one hand, in uplifting along the faults and forming the mountains of block type (e.g. horsts), and on the other hand, in subsidence of tectonic depressions (trenches, basins).

Since Neogene sediments are not folded, or tectonically slightly disturbed, it is assumed that at the border of the Oligocene and Miocene, in the Sava phase of the Alpine orogeny, the folding stopped. Then, however, vertical tectonic movements were activated, which resulted in the fracturing of older, pre-Tertiary structures and the creation of new ones. Block faulting and vertical tectonic movements conditioned the formation of positive and negative morphostructures, i.e. horsts, trenches, basins of km dimensions.

Morphological most distinctive *positive morphostructures* or tectonically uplifted blocks are: Fruška Gora Mt (539 m) and Vršac Mt (639 m) north of the Sava and Danube rivers, and on the south (west of the Velika and the Južna Morava rivers) mountains Cer (687 m), Sokolske (1,244 m), Povlen (1,347 m), Maljen (1,103 m), Suvobor (1,300 m), Kosmaj (626 m), Rudnik (1,132 m), Zlatibor (1,497 m), Jelica (929 m), Gleidčke (922 m), Juhor (774 m), Čemerno (1,579 m), Zlatar (1,625 m), Javor (1,519 m), Golija (1,833 m),

Kopaonik (2,017 m), Radan (1,376 m), Kukavica (1,442 m), Prokletije (2,656 m), Mokra gora (2,155 m), Koritnik (2,393 m), Šara (2,748 m), etc.

Eastern of the Velika and Južna Morava rivers, significant positive morphostructures are: mountains Miroč (768 m), Homoljske (940 m), Veliki krš (1,148 m), Deli Jovan (1,141 m) Beljanica (1,339 m), Kučajske (1,213 m), Rtanj (1,565 m), Tupižnica (1,160 m), Svrlijske (1,334 m), Devica and Besna Kobilica (1,923 m). These mountains, as well as many others which are not mentioned, usually consist of more blocks (morphostructures) with different intensity of uplift.

At the end of the Oligocene and the beginning of the Miocene, the activation of vertical tectonic movements has also formed *negative morphostructures* (tectonic depressions, grabens, structural basins, basins). The Pannonian Basin, of the hectokilometer dimensions, represents the largest negative morphostructure formed in the area between the Alps, the Carpathians and the Dinarides, by lowering the terrestrial terrain of the Serbian-Macedonian Massif and the Paleozoic-Mesozoic structures of the Vardar Zone.

The lowest part of the Pannonian Basin on the territory of Serbia is represented by the Pannonian Plain, 70-200 m above sea level, which is shown on the morphostructural map as the bottom of the Pannonian Basin, that is, the abandoned bottom of the former Pannonian Sea (subsequently the Pannonian Lake), flattened by the material of river courses and mostly covered by Quaternary deposits. At the bottom of the Pannonian Basin (Pannonian Plain) dominates the accumulation of fluvial and aeolian material, and the erosion dominates in its marginal parts. Therefore, the marginal parts of the basin are cut by the valleys of numerous river courses.

South of the Sava River and the Danube River, in regard to the Pannonian Basin, smaller tectonic depressions (grabens, structural basins) of kilometer dimensions have been formed, among which the most famous are the following: Mioničko-Belanovička, Veliko-Moravska, Toplička, Leskovačka, Vranjsko-Bujanovačka, Kučevska, Žagubička, Sokobanjska, Svrlijska, Pirotka, Kosovska, Metohijska and others. The above mentioned depressions (structural basins) are largely filled with Neogene and Quaternary deposits. The marginal parts of positive and negative morphostructures, horsts and graben-structural basins, as a rule, control the morphologically clearly expressed fragmented structures along which the individual blocks, that is, morphostructures are uplifted or downthrown.

Neotectonic morphostructures

In some parts of Vojvodina, under the influence of the youngest tectonic movements, *the neotectonic-substructured depressions* have been formed. In most cases, those are shallow oval slightly sunken areas, of kilometer dimensions, often flooded by precipitation and aquifer water. Ponds, marshes, abandoned meanders and meandering river courses are seen within the neotectonic depression. The most well-known neotectonic depressions are: Alibunarska, Sremska and Rusko-Krsturska. Zeremski (1967) believes that the Alibunarska depression, and possibly all the others, has been formed due to the neotectonic lowering of the Pre-Tertiary rocks (Paleozoic and Mesozoic) in the basis of the Neogene sediments.

Magmatic morphostructures - magmatic bodies

The effect of endogenous forces is also manifested in the upward movement of magma into the Earth's crust, where it is cooled, consolidated and transformed into a *rocky magmatic body*, that is, a *deep-intrusive rock*. If the magma bursts out to the surface of the Earth, it comes to a strong volcanic eruption and the pouring of lava accompanied by pyroclastic material (agglomerates, breccias, ashes). Rocks formed by eruption of volcanoes are *volcanic or extrusion rocks*.

Deep and volcanic rocks have been formed by endogenous forces, as well as tectonic forms, and since they have their own forms and structures, they are defined as morphostructures of magmatic origin, which are divided into *intrusive* and *extrusive* by place and origin.

Morphostructural forms from intrusive – deep rocks (granitoids, gabbroes, peridotite, etc.), intruded and consolidated in the Earth's crust, make various forms. These are mostly *batolites* - underground rocky massifs of huge dimensions, then *lacolites* – interlayered forms in the shape of lenses or mushrooms, *lapolites* - intrusive masses of synclinal form, *phonolites* imprinted in the top parts of the anticlines, etc. Before mentioned forms (magmatic bodies) of intrusive rocks are subsequently tectonically raised and exogenously shaped. They can be directly observed only at places where uncovered by erosion.

Significant occurrences of *granitoids* of the Paleozoic age, intruded to the metamorphites of the Serbian-Macedonian Massif, have been discovered in the region of Bujanovac and Vardenik Mt, south of Surdulica and Vlasina Lake. The larger massifs of granitoids of the same age occur in the Carpatho-Balkanides of Eastern Serbia (Brnjički, Neresnički and Gornjački). Tertiary granitoids occur predominantly within the Vardar Zone (mount. Cer, Boranja, Bukulja, Kopaonik). Granitoids of the same age, intruded in the green schists of the Vlasina metamorphic complex, have been discovered in the region of Surdulica.

Magmatic bodies of alkaline rocks have been presented by gabbroes of Deli-Jovan. The same rocks are also present in the region of Knjaževac, at the location of Zaglavak. Smaller phenomena of the gabbroes have been observed in the marginal parts of the ultramafites of Đakovica. Đeravica (2,656 m), the highest peak of Prokletije in the region of Metohija has been also formed of the gabbro-diabasic rocks, and west of the highest peak, along the ridge to Albania, granitoids dominate.

Ultramafites in the territory of Serbia have significant extensions, especially in the Vardar Zone. A very complex ultramafic complex, penetrated by Tertiary volcanic compounds, has been discovered in the region of Ibar-Kopaonik, from Kosovska Mitrovica in the southeast, to the Zapadna Morava River in the northwest. Ultramafic rocks have mostly formed the mountains of Maljen, Suvobor and Zlatibor. Significant phenomena of ultramafites have been also discovered in Kosovo and Metohija (Orahovac, Đakovica, Goleš, Sirinić).

Magmatic bodies intruded within the Earth's crust are also reflected on the topographic surface of the Earth, in the form of *ring structures*. These phenomena have been observed in the regions of Rudnik, Kopaonik, Radan, Leskovac, Jagodina, Beljanica and elsewhere. The mentioned ring structures, on the morphostructural map of Serbia,

are shown by the interpretation of Ilija Đoković, PhD, a full professor at the Faculty of Mining and Geology in Belgrade.

Extrusion morphostructures include rocks and forms of volcanic origin. Today there are no active volcanoes in the territory of Serbia, but the presence of volcanic rocks and pyroclastic materials undoubtedly points to their former activity. Volcanism on the territory of the Republic of Serbia relates to the period of the Tertiary (Oligocene and Miocene), which, with occasional interruptions, lasted until the end of the Miocene.

According to the presence of volcanic rocks (dacite, andesite, trahite, latite) and pyroclastic rocks (agglomerates, breccias, tuffs), the most famous regions of Tertiary volcanism are the following: Rudnik Mt, Borač, Kotlenik Mt, the region of Ibar-Kopaonik, Radan Mt (Lece andesite complex) and the regions of Gnjilane and Vranje. Lesser manifestations of dacite-andesites have been also observed in the region of the Vlasina metamorphites, on Čemernik Mt.

In the Timok region of eastern Serbia, volcanic rocks have a widespread extension of 800-850 km². They are located at the length of about 80 km, from Majdanpek in the north to mountains Rtanj and Tupižnica in the south. However, as is the case here about submarine volcanism, where volcanic formations (andesites, agglomerates, breccias, tuffs) are intercalated with the folded Upper Cretaceous sediments, they are not specifically shown on the morphostructures map. They are mentioned in the text on the geological structure of the Carpatho-Balkanides under the title of "volcanogenic-sedimentary formation."

Craters, calderas, cones, necks, lava flows and other typical forms of volcanogenic relief must have been formed during the volcanic activity. These forms are, however, largely destroyed by the erosion effect of exogenous processes. *Volcanic rocks with pyroclastic materials* have remained, while *only parts of caldera and volcano necks* are noticeable of volcanic forms. Remains of *partially preserved caldera* have been observed on: Radan Mt (Lece andesite complex), Rogozna Mt, Borač and elsewhere. *Volcanic necks*, formed mostly of stronger rocks (quartz-latites, quartz-porphyrries) have been observed in several locations. The best known are the following: Ostrovica (758 m) in the region of Rudnik Mt, Zvečan (797 m) near Kosovska Mitrovica, Jerinin or Jelač grad (1,262 m) on Rogozna Mt and Grot (1,327 m) near Vranje.

Geomorphological history of morphostructural relief

Morphogenesis and evolution

The first dry land in the territory of Serbia originated in the area of the Serbian-Macedonian Massif during the Variscan orogenic phase, which began at the end of the Devonian, and finished at the end of the Permian and at the beginning of the Triassic. The newly formed land, after subsequent tectonic movements and exogenous processes, has suffered major changes, so, its spatial relations are not the same as today's.

The main landshaping is bound to the Alpine orogenesis, in the period from the upper Triassic to the Oligo-Miocene, when in the geologically unstable regions of Paratethys, folding, thrusting and faulting took place in several orogenic phases. Under

the influence of these tectonic movements, mainly the folded mountains were formed in the area of today's Dinarides and Carpatho-Balkanides.

However, the geomorphological history of the morphostructural relief, and the relief of Serbia as a whole, can be traced only from the beginning of the Miocene, when the basic contours of today's relief have been created by vertical faults. During the Oligo-Miocene, namely, in the Sava orogenic phase, vertical tectonic movements have been activated that disrupted the older, Pre-Tertiary structures and formed new ones. Faults and vertical tectonic movements have caused the formation of horsts and tectonic depressions of kilometers and hectokilometer dimensions.

The formation of large basins, the Pannonian and the Vlach-Pontian is connected to this period of tectonic activity, as well as numerous smaller tectonic basins (grabens, structural basins, basins) south of the Sava River and the Danube River. The tectonic depressions have been initially flooded by the Pannonian Sea transgression that reached the mountains of Tara and Zlatibor towards the southwest, and through the Morava River graben to the Grdelica gorge in the south. At the same time, the Vlach-Pontian Sea has been flooding the eastern parts of Serbia, and the southern parts of the Aegean Sea.

Vertical tectonic movements have also caused the magmatic activity. This is particularly true for granitoids intruded in the Palaeozoic and Mesozoic rocks, which in time have been tectonically uplifted and exogenously shaped.

Oligo-Miocene tectonic movements have conditioned the development of volcanism on the following mountains: Rudnik, Borač, Kotlenik, Rogozna, Kopaonik, Radan and in the regions of Gnjilane, Vranje and elsewhere. Volcanism has begun in the middle Oligocene and with intermittent interruptions lasted until the Pliocene. Volcanic activity has been taking place in several phases and had extremely explosive properties, therefore the pyroclastic material, especially the volcanic ash, was deposited far, several kilometers from volcanic centers.

At the beginning of the Miocene, with the formation of the basic contours of the initial relief, exogenous processes have an increasingly noticeable role in the morphology of the formation of the relief.

From the beginning of the Neogene until today, geomorphological processes have been followed by climate change and neotectonic movements. It is thought that during the entire Neogene, the climate was warmer and wetter than today. The abundant amounts of precipitation have conditioned the development of the fluvial process, and with the development of the fluvial process, other exogenous processes have developed, above all karst and slope processes.

At the beginning of the Pleistocene there has been a cooling down which caused the appearance of the glaciers. In the highest parts of the mountains of Šara and Prokletije, over 2,000 m above sea level, the glaciers have been formed which made cirques, glacial valleys, moraines and other characteristic forms of glacial relief. At the same time, in the northern parts of the Earth, in Vojvodina and northeastern Serbia, in the conditions of cold and dry climate, the aeolian process has been taking place. After deposition of aeolian dust, at the recent bottom of the Pannonian Basin and in its marginal parts, a wood cover has been formed. Judging from the traces of Vinča culture from the Neolithic age (2,800-2,100 years BC), the aeolian process has continued in the Holocene, and in

some parts it continues today (Deliblatska peščara, Subotička and others). However, the hypsometrically higher mountainous areas have been dominated by the periglacial processes (cryogenic and nivation) related to the effects of frost and snow. They are still active today, especially over 1,500 m above sea level, but only in the cooler, winter half of the year, when the positive and negative air temperatures alternate between day and night. All the aforementioned exogenous processes (fluvial, karst, slope, glacial, periglacial, etc.) have had a significant effect in the morphological shaping of the morphostructural relief.

The youngest tectonic activity that has caused the formation, and then the withdrawal of the sea (Pannonian, Vlach-Pontian and Aegean) and structural basin lakes, volcanic activity and the formation of initial river courses, has not stopped in the Pliocene. Throughout the Pleistocene and throughout the Holocene, to this day, the neotectonic movements have been conditioned by differential vertical movements of blocks with variable intensity and direction. Vertical movements, uplift and subsidence of individual blocks are being performed along the old and newly formed faults, which are morphologically clearly expressed in today's relief. They, as a rule, control the marginal parts of the tectonic depressions and horsts.

The neotectonic activity has had a major influence on the fluvial relief, which has been guided by the development of tectonic depressions. As a continuation of the older tectonic movements, during the Neogene and through the Quaternary, depressions have been subsiding, making the way for the present major watercourses (Danube, Sava, Tisa, Velika, Zapadna and Južna Morava, Kolubara, Timok, Beli Drim and others). The uplift and subsidence of the blocks have led to increased erosion in the mountainous regions, that is, accumulation in depressions. Deeply cut valleys (gorges, canyons), entrenched meanders, epigenetic valley, floods, river and glacial-fluvial terraces are the result of the neotectonic uplift or subsidence of certain parts of the terrain. Given the thickness of the Neogene sediments, one hundred to several thousand meters deposited in the tectonic depressions of the Pannonian Basin and structural basins, then the amount of the vertical movement, from the Neogene to the present, must have been large, of kilometer dimensions.

Finally, it can be concluded that the *morphostructures* are forms of the endogenous origin and shaped by exogenous processes. In their formation, the endogenous and exogenous processes participate together, which are constantly opposed and conditioned by each other. Structural forms (initial relief) have been created by endogenous processes, tectonic and magmatic movements, and under the influence of exogenous processes, on structural - initial forms of endogenous relief, the exogenous forms have been "engrafted", and they can be fluvial, karst, slope, glacial and others depending on the agent and lithological composition. Morphostructures are, therefore, shaped by endogenous and exogenous processes, so they are polygenetic features.

© 2018 Serbian Geographical Society, Belgrade, Serbia.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Serbia

References

- Анђелковић, М. (1964). Распрострањење Шумадијске зоне према северу и југу и њена геотектонска припадност. *Записници Српског геолошког друштва*. Београд [Andelković, M. (1964). Rasprostranjenje Šumadijske zone prema severu i jugu i njena geotektonska pripadnost. *Zapiski Srpskog geološkog društva*. Beograd]
- Ђалић, Ј., Милошевић, В. М., Гаудењи, Т., Штрбац, Д. & Миливојевић, М. (2012). Панонска низија као морфоструктурна јединица Србије. *Гласник Српског географског друштва*, 92(1), 47-61. [Čalić, J., Milošević, V. M., Gaudenji, T., Štrbac, D. & Milivojević, M. (2012). Panonska nizija kao morfostrukturna jedinica Srbije. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 92(1), 47-61.]
- Димитријевић, М. (1999). *Геолошки атлас Србије 1:2.000.000, Геолошка карта*. Београд: Министарство за заштиту природних богатстава и животне средине Републике Србије [Dimitrijević, M. (1999). *Geološki atlas Srbije 1:2.000.000, Geološka karta*. Beograd: Ministarstvo za zaštitu prirodnih bogatstava i životne sredine Republike Srbije]
- Димитријевић, М. (2002). *Геолошки атлас Србије 1:2.000.000, Геотектонска карта*. Београд: Министарство Рударства и енергетике Србије и Геоманетски институт [Dimitrijević, M. (2002). *Geološki atlas Srbije 1:2.000.000, Geotektonska karta*. Beograd: Ministarstvo Rudarstva i energetike Srbije i Geomagnetni Institut]
- Ђоковић, И. (1985). Примена структурне анализе на решавању грађе палеозојских творевина Дринско-Ивањичке области. *Геолошки анали Балканског полуострва*, 49, 11-160. [Đoković, I. (1985). Primena strukturne analize na rešavanju građe paleozojskih tvorevina Drinsko – Ivanjičke oblasti. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 4, 11-160.]
- Герасимов, И.П. (1946). *Опит геоморфологической интерпретации общецей схемы геологического строения СССР*, Москва [Gerasimov, I.P. (1946). Experience with geomorphological interpretations of the general scheme of geological structure of SU, Moscow]
- Манзаловић, Д. (1978). Орогени ореоли као основа Земљиног рељефа. *Посебна издања Српског географског друштва*, 47. [Manzalović, D. (1978). Orogeni oreoli kao osnova Zemljinog reljefa. *Posebna izdanja Srpskog geografskog društva*, 47.]
- Марковић, М., Павловић, Р. & Чупковић, Т. (2003). *Геоморфологија*. Београд: Завод за уџбенике. [Marković, M., Pavlović, R. & Čupković, T. (2003). *Geomorfologija*. Beograd: Zavod za udžbenike.]
- Мастило, Н. (2001). *Речник савремене српске географске терминологије*. Београд: Географски факултет, Универзитет у Београду [Mastilo, N. (2001). *Rečnik savremene srpske geografske terminologije*. Beograd: Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu]
- Менковић, Љ., Кошћал, М. & Мијатовић, М. (2003). *Геоморфолошка карта Србије 1:500,000*. Београд: Геозавод-Гемини; Смедеревска Паланка: Magic map [Menković, Lj., Koščal, M. & Mijatović, M. (2003). *Geomorfološka karta Srbije 1:500,000*. Beograd: Geozavod-Gemini; Smederevska Palanka: Magic map]
- Менковић, Љ. (2008). *Геоморфолошка карта Србије, лист Бела Паланка 1:100,000*. Београд: Српска академија наука и уметности; Одбор за геодинамику САНУ [Menković, Lj. (2008). *Geomorfološka karta Srbije, list Bela Palanka 1:100,000*. Beograd: Srpska akademija nauka i umetnosti; Odbor za geodinamiku SANU]
- Менковић, Љ. (2010). *Геоморфолошка карта Србије, лист Пирот 1:100,000*. Београд: Српска академија наука и уметности; Одбор за геодинамику САНУ [Menković, Lj. (2010). *Geomorfološka karta Srbije, list Pirot 1:100,000*. Beograd: Srpska akademija nauka i umetnosti; Odbor za geodinamiku SANU]
- Менковић, Љ. (2011). Детаљна геоморфолошка карта Бела Паланка 1:100,000. *Гласник Српског географског друштва*, 91(2), 1-28. [Menković, Lj. (2011). Detaljna geomorfološka karta Bela Palanka 1:100,000. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 91(2), 1-28.]
- Menković Lj. (2013). Geomorfološka karta u funkciji zaštite kraških terena. *Akademski speleološki alpinistički klub, Zbornik 7. simpozijuma o zaštiti karsta*, Beograd – Bela Palanka, 23-33.

- Milovanović, B. (1950). *Geološko-tektonska skica Jugoslavije, Geologija za rudare, deo prvi*. Beograd: Izdavačko preduzeće Saveta za energetiku i ekstraktivnu industriju Vlade FNRJ.
- Savezni geološki zavod, (1970). *Geološka karta SFRJ 1:500,000*, Beograd.
- Вукашиновић, С. (1973). О потреби усаглашавања морфоструктурне поделе Југославије са најновијим сазнањима о геотектонском склопу наше територије. *Гласник Српског географског друштва*, 53(3), 15-25. [Vukašinović, S. (1973). О потреби usaglašavanja morfostrukturne podele Jugoslavije sa najnovijim saznanjima о geotektonskom sklopu naše teritorije. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 53(3), 15-25.]
- Зеремски, М. (1967). Алибунарска депресија – прилог генези облика са посебним освртом на његову палеоморфоструктуру. *Зборник Матице српске за природне науке*, 32. [Zeremski, M. (1967). Alibunarska depresija – prilog genezi oblika sa posebnim osvrtom na njegovu paleomorfostrukturu. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*, 32.]
- Зеремски, М. (1973). Морфоструктурна подела рељефа Југославије сагласна новој геотектонској подели. *Гласник Српског географског друштва*, 53(2), 27-34. [Zeremski, M. (1973). Morfostrukturna podela reljefa Jugoslavije saglasna novoj geotektonskoj podeli. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 53(2), 27-34.]
- Зеремски, М. (1981). Непосредан утицај прстенстих морфоструктура на облик и оријентацију долинских система. *Jubilarni simpozijum "20 godina LMGK"*. Rudarsko-geološki fakultet, 3, 307-317.
- Зеремски, М. (1982). Ортогоналне морфоструктуре и једносмерне симетрије – геоморфолошки показатељи неотектонских процеса ниске Шумадије. *Зборник радова географског института "Јован Цвијић" САНУ*, 34, 27-44. [Zeremski, M. (1982). Otogonalne morfostrukture i jednosmerne simetrije – geomorfološki pokazatelji neotektonskih procesa niske Šumadije. *Zbornik radova Geografskog instituta "Jovan Cvijić" SANU*, 34, 27-44.]
- Зеремски, М. (1984). Типови морфоструктура у рељефу западне Србије. *Гласник Српског географског друштва*, 64(1), 9-22. [Zeremski, M. (1984). Tipovi morfostruktura u reljefu zapadne Srbije. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 64(1), 9-22.]
- Зеремски, М. (1986). Геоморфолошка (морфоструктурна) карта Србије у размери 1:500,000. Пето југословенско саветовање о картографији, *Зборник радова Saveza geodetskih инжењера и геометара Југославије*, 2, 265-273.
- Зеремски, М. (1988). Карактер и оријентација долина непосредно условљени морфоструктуром рељефа. *Зборник радова Географског института "Јован Цвијић" САНУ*, 4, 97-104. [Zeremski, M. (1988). Karakter i orijentacija dolina neposredno uslovljeni morfostrukturom reljefa. *Zbornik radova Geografskog instituta "Jovan Cvijić" SANU*, 4, 97-104.]
- Зеремски, М. (1990). Геоморфолошка (морфоструктурна) карта Србије у размери 1:500,000. Београд: Географски институт "Јован Цвијић"; Одбор за геодинамику САНУ [Zeremski, M. (1990). Gemorfološka (morfostrukturna) karta Srbije u razmeri 1:500,000. Beograd: Geografski institut "Jovan Cvijić"; Odbor za geodinamiku SANU]
- Зеремски, М. (1991). Нов поглед на тектонски рељеф Србије. *Гласник Српског географског друштва*, 71(1), 15-20. [Zeremski, M. (1991). Nov pogled na tektonski reljef Srbije. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 71(1), 15-20.]
- Зеремски, М. (1993). Квартарна морфоструктура Голубачког Подунавља. *Глас Одељења природно-математичких наука САНУ*, 56, 1-12. [Zeremski, M. (1993). Kwartarna morfostruktura Golubačkog Podunavlja. *Glas Odeljenja prirodno-matematičkih nauka SANU*, 56, 1-12.]

Оригинални научни рад

UDC 551.4 (497.11)
<https://doi.org/10.2298/GSGD1802001M>

Примљено: 10. септембра 2018.
Исправљено: 08. новембра 2018.
Прихваћено: 10. децембра 2018.

Љубомир Менковић*, **Милан Кошћал****,
Милован Миливојевић¹*, **Мрђан Ђокић^{***}**

* Географски институт "Јован Цвијић", САНУ, Београд, Србија

** Геолошки завод Србије, Београд

*** ПМФ Ниш, Депарتمان за географију, Србија

МОРФОСТРУКТУРНИ ОДНОСИ НА ТЕРИТОРИЈИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Апстракт: У раду су изнета схватања аутора о морфоструктурним односима на територији Републике Србије, који су приказани и графички у виду прегледне (умањене) морфоструктурне карте у размери од 1:2.000.000 до 1:2.500.000. Разматрана је методологија израде морфоструктурне карте, њен садржај и начин приказа података. Посебна пажња је посвећена морфоструктурама, утврђивању настанка и разлике између структурних, морфоструктурних и морфоскулптурних рељефних облика. Дат је кратак приказ геолошке грађе, као и геоморфолошке карактеристике геотектонских, односно морфоструктурних јединица. На крају, приказана је и геоморфолошка историја, морфогенеза и еволуција рељефа Србије, од почетка миоцена до данас.

Кључне речи: ендегене силе, езогени процеси, облици морфоструктурног рељефа, морфоструктуре, геотектонске-морфоструктурне јединице, морфогенеза

¹ m.milivojevic@gi.sanu.ac.rs (аутор за кореспонденцију)

Увод

Морфоструктурни односи на једном делу земљине површине, резултат су удружене активности ендегених и егзогених сила. Под појмом ендегене силе обухваћени су тектонски и магматски покрети, који су се у току геолошке историје, са јачим или слабијим интензитетом, непрестано одвијали. Овим покретима су настали ендегени – структурни облици, односно основне контуре иницијалног рељефа. Ендегени облици су, међутим, изложени непосредном дејству егзогених процеса, те су, на тај начин, у великој мери морфолошки преобликовани. У нашој стручној литератури, вероватно због недовољног искуства и традиције, о морфоструктурама је публикован мали број радова. Један од ретких геоморфолога, који се бавио овом проблематиком, био је Зеремски (1973, 1981, 1984, 1991, 1992). Морфоструктуре, по њему, представљају тектонске облике који се у рељефу, "у већини случајева, поклапају са карактером и распрострањењем геолошке формације".

Морфоструктурни рељеф Југославије, Зеремски (1973) приказује и на посебној табели, где га разврстава по димезијама у "три водеће категорије: морфотектуре, гео(морфо)структуре и морфоструктуре", које је детаљно разрадио и поделио на генетске и морфолошке типове морфоструктура. Исти аутор, сагласно са новим геотектонским подацима, предлаже нову морфоструктурну поделу територије некадашње Југославије. Зеремски је 1990. године публиковао и прву геоморфолошку (морфоструктурну) карту Србије у размери 1:500.000, на којој облике морфоструктурног рељефа приказује према правцу пружања (лучне и линијске), према надморској висини (позитивне-планинске и негативне-потолинске) и према морфолошком изгледу, које на карти приказује морфографски-условним знацима. Податке о морфоструктурама налазимо и у раду Вукашиновића (1973). На основу геолошко-геофизичких истраживања, "изведених у циљу изучавања Земљине коре", Вукашиновић сматра да је морфоструктурна подела Југославије, по питању геотектонске рејонизације, превазиђена. Стога предлаже веродостојнију рејонизацију површинских структура, "које су се развијале у зависности од дубинске грађе Земљине коре".

Манзаловић (1986) је анализом геолошких структура и морфологије рељефа дошао до сазнања да се високе веначне планине... "састоје од лучних планинских венаца који се међусобно повезују, чинећи полукружне или кружне орогене ореоле". Орогени ореоли, по Манзаловићу, последица су кретања дубинске магме навише, до поткорног дела Земљине коре, где се снажан притисак магме одражава на површини Земље у виду кружних или полукружних планинских венаца.

По Марковићу и др. (2003) морфоструктуре су крупне рељефне целине настале ендегеним силама. Оне представљају иницијалан рељеф, "који су егзогени процеси вајали и обликовали према својим карактеристикама и специфичностима". На крају, треба истаћи и публиковани рад групе аутора, Ђалић и др. (2012), посвећен Панонској низији. Аутори су на основу детаљних геоморфолошких истраживања, квалитативном и квантитативном геоморфолошком анализом, закључили да Панонска низија представља "морфоструктурну јединицу Србије".

О морфоструктурама постоје и другачија мишљења, али већи број аутора сматра да су то, пре свега, облици ендегеног порекла, односно да су доминантан утицај у њиховом стварању имали тектонски и магматски покрети. Руски научник

Герасимов (1946), морфоструктуре дефинише као "рељефне целине настале комбинацијом тектонских активности и егзогенних процеса". Стога се може сматрати да су морфоструктуре полигенетски облици, настали удруженим дејствима ендегенних и егзогенних процеса. Структуре су, међутим, искључиво ендеогеног порекла, настале унутрашњим силама (тектонским и магматским), док су морфоскулптуре обликоване непосредним дејством егзогенних процеса. Аутори сматрају да је мишљење Герасимова о морфоструктурама најлогичније, па су, приликом геоморфолошке анализе морфоструктурног рељефа Србије, усвојили његову концепцију.

С обзиром да се под утицајем унутрашњих - ендеогених сила мења геолошка грађа (литологија и склоп) оне се могу дефинисати и као геолошки процеси, док се под егзогенним процесима подразумевају површински (морфоскулптурни) процеси.

Ендеогеним силама или геолошким процесима су, према томе, настали структурни облици рељефа, односно иницијални рељеф, који је ендеогеним процесима премоделован. На иницијалном ендеогеном (структурном) рељефу су образовани егзогени (морфоскулптурни) облици, па због тога, а и недовољног искуства, многи геоморфолози се нису упуштали у препознавање и проучавање морфоструктура. Ово је, вероватно, један од разлога што је у нас, до данас, публикована само једна, једина геоморфолошка (морфоструктурна) карта Србије у прегледној размери 1:500.000 (Зеремски, 1990).

Морфоструктурна карта је по свом садржају веома слична геотектонској, па је и то можда био разлог што се геоморфолози географске струке нису бавили њеном израдом, сматрајући да она припада геологији. Међутим, и поред велике сличности, извесне разлике између њих, ипак, постоје. Геотектонска карта приказује геолошку грађу (литолошки састав и склоп) Земљине коре, не узимајући у обзир морфолошки учинак егзогенних процеса, док је морфоструктурна карта посвећена рељефу са аспекта морфоструктура. Веза рељефа са геолошком грађом сагледава се, управо, преко морфоструктура. Морфоструктурни рељеф, према томе, треба да представља предмет заједничког интересовања (проучавања) геолога и геоморфолога, геолози да се баве геолошком грађом Земљине коре, а геоморфолози рељефом.

Методологија истраживања

Морфоструктурни односи на простору Републике Србије истраживани су искључиво у кабинету, на основу литературних података и фондовског материјала Геолошког завода Србије и Географског института "Јован Цвијић" САНУ. Од фондовског материјала коришћене су топографске основе различитих размера, рукописне и публиковане геоморфолошке карте Србије у размери од 1:100.000 до 1:500.000, геолошке карте различитих размера, посебно штампани листови Основне геолошке карте СФРЈ 1:100.000 са тумачима, и геолошка карта Југо-славије 1:500.000 (СГЗ, 1970), која је послужила као подлога за израду морфоструктурне карте Србије. Велики посао је обављен и даљинском детекцијом, анализом сателитских снимака и стереоскопском анализом аероснимака.

На основу свих прикупљених података урађена је морфоструктурна карта Србије 1:500.000, али је у овом раду приказана морфоструктурна карта ситније

размере (1:2.000.000 до 1:2.500.000), која се по садржају и начину приказа података од ње само незнатно разликује.

С обзиром да приказује рељеф са аспекта морфоструктура, може да послужи као изванредна подлога за неотектонска истраживања, за геотектонска и сеизмотектонска рејонирања, затим за инжењерско-геолошка истраживања, хидро-геолошка (посебно приликом истраживања извора термо-минералних вода везаних за регионалне разломне структуре) и за истраживања лежишта минералних сировина, такође везаних за разломне структуре, као и за подручја некадашње магматске и вулканске активности.

Геотектонске јединице

На основу географског положаја, геолошке грађе, структурних и морфолошких карактеристика рељефа, као и времена орогенних збивања, на територији Републике Србије се могу издвојити четири крупне геотектонске јединице: *Српско-македонска маса*, *Карпато-Балканиди*, *Динариди* и *Вардарска зона*. Набројане геотектонске јединице представљају старији, претерцијарни рељеф. С обзиром да чине скуп више морфоструктура, различитих по пореклу, облику и величини, могу се дефинисати и као морфоструктурне јединице.

Српско-македонска маса

Српско-македонска маса заузима средишњи део територије Србије, између Карпато-Балканида и Вардарске зоне. Простире се од Македоније, на југу до Вршачких планина, на северу. По времену настанка је најстарија геотектонска, односно морфоструктурна јединица. У геотектонском смислу представља стабилну међувеначну масу састављену од вишеструко убраних и интензивно метаморфисаних стена (разноврсни шкриљци и гнајсеви) прекамбријске, рифејске и старопаалеозојске старости. Поменуте метаморфне стене Српско-македонске масе су местимично прекривене млађим геолошким творевинама, плитководном кредом (Топлица и Грделичка клисура) и еоценским кластитима Пчиње.

Српско-македонска маса је у појединим деловима испробијана гранитоидима (Бујановац, Сурдулица, Јастребац) и вулканитима (Радан планина, Чемерник, Грот), а вертикалним олиго-миоцеским раседима разбијена у блокове (хорстове и ровове). На простору Српско-македонске масе, стога, доминирају громадне планине, односно планине блоковског типа и међупланинске тектонске потолине (котлине, ровови, басени).

Карпато-Балканиди

Карпато-Балканиди заузимају североисточни део Србије. Северни део овог планинског венца, до долине Тимока, припада Карпатидима, а југоисточни Балканидима. Директриса пружања Карпатида до Тимока је север-југ, а од Тимока, прелазећи у Балканиде, повија ка југоистоку и истоку. Исти правац пружања, у већем броју, имају структурни и морфоструктурни облици, као и планински гробени који повијају сагласно са повијањем Карпато-Балканида.

Настанак Карпато-Балканида везује се за алпску орогенезу, када је у више наврата (орогених фаза), од горњег тријаса до миоцена, извршено убирање, навлачење и раседање. За обликовање Карпатско-Балканског планинског венца одлучујућу улогу је имала ларамијска фаза алпског орогена, на граници креде и палеоцена, а коначно обликовање рељефа, уз стварања навлака, догодило се у миоцену, у штајерској фази алпске орогенезе.

У геолошкој грађи Карпато-балканида учествују, по старости и литолошком саставу, разноврсне стене: палеозојски шкриљци, откривени у Поречу и на Старој планини, затим девонски флиш, пермски и тријаски црвени пешчари, мезозојски кречњаци, пешчари и флиш, пробоји гранитоида, габрова и вулканогено-сидиментна формација. Поменуте геолошке творевине, осим магматита, јављају се у издуженим зонама, са местимичним прекидима, готово целом дужином Карпато-Балканида, од румунских Карпата, на северу до Старе планине и Руја (1.704 m), на југоистоку.

Морфоструктурни односи Карпато-Балканида условљени су геолошком грађом (литолошким саставом и склопом). Тектонским склопом је условљено постојање већих морфоструктура, док литолошки састав има утицај на морфометријске карактеристике морфолошких јединица. Најмлађи тектонски покрети, од почетка миоцена до данас, са вертикалним диференцијалним кретањима блокова, имају велики утицај на данашњи изглед рељефа Карпато-Балканида. Издизањем појединих делова терена настали су хорстови (планине), а спуштањем тектонске потолине (ровови, котлине)

Динариди

Динариди заузимају крајњи југозападни део Србије. Са Вардарском зоном, према североистоку, налазе се у тектонском односу. У изградњи ове геотектонске или морфоструктурне јединице учествују разноврсне стене палеозојске и мезозојске старости; метаморфити, кластичне стене, карбонатне, вулканогено-сидиментне, офиолтски меланж и ултрамафити Златибора.

Североисточни део Динарида представљен је дринско-ивањичким палеозои-ком (карбонске старости) као независни елемент са посебним структурним и литолошким карактеристикама. Смештен је између Вардарске зоне и динаридског офиолисског комплекса. Састоји се од разноврсних палеозојских стена: пешчара, метапешчара, шкриљаца (серицитски, епидот-актинолитски), кварцита, мермера и калкшиста.

Убирање и издизање Динарида обављено је током алпске орогенезе, истовремено када су стварани и Карпато-Балканиди. Орогени покрети за време алпске орогенезе имали су за последицу формирање планина веначног типа које карактеришу пликативне и разломне структуре различитих облика и величина.

Генерални правац пружања Динарида је СЗ-ЈИ, све до Метохије, односно до Мокре горе и Жљеба, одакле повијају ка ЈЗ. Овај правац пружања, тзв. "метохијски", имају Паштрик, Коритник и Шар-планина. Исти правац пружања задржали су пликативни облици, антиклинале и синклинале, као и планински

гребени, док је положај и правац пружања тектонских потолина (котлина и басена) одређен разломним структурама.

Шарпланинска област, која по Димитријевићу (2000) припада Хеленидима, представља веома сложен планински комплекс смештен између две велике тектонске потолине, Метохије, на СЗ и Полога, на ЈИ. По положају и геолошкој грађи, ова област показује извесне разлике, у односу на околне планине. Састоји се од разноврсних стена; палеозојских шкриљаца, метакластита, тријских кречњака и специфичних магматита (гранита и кварцпорфира).

Разломне структуре које ограничавају Шар-планину са ЈИ, према Пологу и СЗ, према Ошљаку и Коритнику (на потезу Лепенац-Превалац-Плавска река), по свему судећи, представљају транскурентне раседе, дуж којих се шарпланински блок истовремено издизао и кретао према СИ. Ова претпоставка је заснована на следећим чињеницама:

1. Жар планина са Островицом у Сиринићу и подручје Радуше, по геолошкој грађи су идентични, али њихова веза је прекинута шарпланинским блоком. Стога се олистотромски мелаж, са ултрамафитима Острвице и Брезовице, налази северозападно од Шар-планине, а олистотромски меланж и ултрамафити Радуше јужно од Љуботена.
2. Тријаски кречњаци Ошљака, пресечени раседом у пределу Превалца, настављају се тек на Љуботену, дакле 10 km СИ од Превалца
3. Вардарска зона на целој својој дужини је најужа, управо, на потезу између Шар-планине и Српско-македонске масе. И док се шарпланински блок, највероватније креће ка СИ, морфоструктуре СЗ од дислокације Лепенац-Превалац-Плавска долина повијају ка западу и југозападу. Из тог разлога, планина Неродимка има правац пружања ЈИ-СЗ (приближно Вардарској зони), Жар планина и Ошљак И-З, а Коритник и Паштрик СИ-ЈЗ.

Овакав структурни склоп има значајне одразе у морфологији терена. Оријентација позитивних и негативних облика у рељефу идентична је са оријентацијом разломних структура. Може се, према томе, закључити да је рељеф Шар-планине условљен геолошком грађом, у првом реду његовим структурним карактеристикама.

Вардарска зона

Вардарска зона представља веома сложен ров-синклиноријум централне и јужне Србије, тектонски укљештен између Српско-македонске масе, на истоку и Динарида, на западу. У изградњи ове геотектонске-морфоструктурне јединице, учествују стене различитог петролошког састава, геолошке историје и порекла, а то су: палеозојски метаморфити (гнајсеви и шкриљци), разноврсне седиментне стене мезозоика (кречњаци, пешчари), амфиболити, дијабази и серпентинити. Значајно распрострањење имају седименти флиша, који се јављају у појасевима, ширине од стотину метара до неколико километара, готово целом дужином Вардарске зоне, затим офиолитски меланж са ултрамафитима (Маљен, Суворор, Копаоник), кречњаци и пробоји терцијарних гранитоида (Цер, Борања, Букуља, Копаоник) и вулканита (Рудник, Борач, Котленик, Радан планина).

Правац пружања Вардарске зоне је ЈЈИ-ССЗ, све до Западне Мораве на северу, одакле скреће ка СЗ, паралелно са генералним правцем пружања Динарида. Фрушка гора, међутим, која по геолошкој грађи (литолошком саставу и склопу) припада Вардарској зони, има правац пружања И-З. Исти правац пружања има и њен гробен. Иначе, ова планина, која се изнад војвођанске равнице (просечне надморске висине 200 m) издиже за још 200-300 m, у морфоструктурном смислу представља хорст, тектонски издигнут блок потонуле Вардарске зоне.

Унутар Вардарске зоне, посебно у њеном јужном делу, у Качаничкој клисури и западно од Косова поља, постоји низ уздужних, махом реверсних раседа (краљушти) са југозападним вергенцама, као и вертикални раседи који попреко и дијагонално пресецају реверсне структуре. Треба још истаћи, да је Вардарска зона, под притиском шарпланинског блока са ЈЗ, најужа (око 40 km) управо на потезу између Шар-планине, на З и Српско-македонске масе, на И. Идући према СЗ, Вардарска зона се постепено шири и разбија у више блокова (копаонички, јадарски, сремски) и субзона. По Димитријевићу (2002), подељена је у три субзоне, на екстерну, централну и интерну.

Сл. 1. Морфоструктурна карта Републике Србије (стр. 7)

Легенда: 1. расед сигурно лоциран, 2. расед покривен или несигурно лоциран, 3. релативно спуштен блок, 4. краљушт или реверсни расед, 5. навлака, 6. хорст, 7. ров, 8. тектонска потоплина испуњена неогеним и квартарним творевинама, 9. савремено дно Панонског басена, 10. ободни делови Понског и Влашко-понијског басена, 11. синклинала, 12. антиклинала, 13. правац пружања планинског гребена, 14. неотектонска депресија, 15. гранитоиди, 16. габро, 17. ултрамафити (перидотити), 18. прстенасте структуре, 19. вулканити, 20. остаци калдере, 21. вулкански нек, 22. Српско-македонска маса, 23. Карпато-балканиди, 24. Динариди, 25. Вардарска зона.

Облици морфоструктурног рељефа

Облици морфоструктурног рељефа (морфоструктуре) резултат су удружених дејстава ендегених сила (тектонских и магматских покрета) и егзогених процеса. Под утицајем тектонских и магматских покрета формиране су основне контуре рељефа, односно иницијални рељеф који је егзогеним процесима морфолошки обликован. На иницијалном, ендегеном рељефу су, из тог разлога, временом накалемљени морфоскулптурни облици, облици егзогених процеса (флувијални, падински, крашки, глацијални и др.). Међутим, приликом израде морфоструктурне карте Србије већа пажња је посвећена морфоструктурама. На карти су графички приказани само облици морфоструктурног рељефа, док су морфоскулптурни, генетски везани искључиво за егзогене процесе, изостављени.

На морфоструктурној карти Србије морфоструктуре су приказане према ендегеном пореклу, односно начину настанка, на тектонске и неотектонске, везане за тектонске и неотектонске покрете, и магматске, условљене магматским покретима.

Тектонске морфоструктуре

Под појмом тектонске морфоструктуре обухваћене су рељефни облици тектонског порекла, реобликовани егзогеним процесима.

Дејством хоризонталних тектонских покрета формиране су веначне или наборане планине са антиклиналама, синклиналама и навлакама, а вертикалним раседањима планине блоковског типа, или громадне планине. Издизањем блокова формиране су хорстови (планине), а спуштањем тектонске потолине (ровови, басени, котлине)

С обзиром да неогени седименти нису наборани, или тектонски незнатно поремећени, претпоставља се да су на граници олигоцена и миоцена, у савској фази алпског орогеног циклуса, престала убирања. Тада су се, међутим, активирали вертикални тектонски покрети, који су имали за последицу раскомадавање старијих, претерцијарних структура и стварање нових. Блоковска разламања и вертикални тектонски покрети условили су формирање позитивних и негативних морфоструктура, односно хорстова, ровова, басена и котлина километарских димензија.

Морфолошки најизразитије *позитивне морфоструктуре*, односно тектонски издигнути блокови су: Фрушка гора (539 m) и Вршачке планине (639 m) северно од Саве и Дунава, а јужно (западно од Велике и Јужне Мораве) Цер (687 m), Соколске планине (1.244 m), Повлен (1.347 m), Мањен (1.103 m), Суворор (1.300 m), Космај (626 m), Рудник (1.132 m), Златибор (1.497 m), Јелица (929 m), Гледићке планине (922 m), Јухор (774 m), Чемерно (1.579 m), Златар (1.625 m), Јавор (1.519 m), Голија (1.833 m), Копаоник (2.017 m), Радан планина (1.376 m), Кукавица (1.442 m), Проклетије (2.656 m), Мокра гора (2.155 m), Коритник (2.393 m), Шар-планина (2.748 m) и др.

Источно од Велике и Јужне Мораве значајније позитивне морфоструктуре су: Мироч (768 m), Хомољске планине (940 m), Велики крш (1.148 m), Дели Јован (1.141 m), Бељаница (1.339 m), Кучајске планине (1.213 m), Ртањ (1.565 m), Тупизница (1.160 m), Сврљишке планине (1.334 m), Девица (1.187 m), Стара планина (2.169 m), Сува планина (1.809 m), Чемерник (1.638 m), Варденик (1.876 m) и Бесна Кобила (1.923 m). Набројане планине, као и многе друге које нису поменуте, по правилу се састоје од више блокова (морфоструктура) са различитим интензитетом издизања.

Активирањем вертикалних тектонских покрета, крајем олигоцена и почетком миоцена, формиране су и *негативне морфоструктуре* (тектонске депресије, потолине, ровови, котлине, басени). Панонски басен, хектокилометарских димензија, представља највећу негативну морфоструктуру, формирану на простору између Алпа, Карпата и Динарида, спуштањем претерцијарних терена Српско-македонске масе и палеозојско-мезозојских творевина Вардарске зоне.

Најнижи део Панонског басена на територији Србије, представљен је Панонском низијом, надморске висине 70-200 m, која је на морфоструктурној карти приказана као дно Панонског басена, односно напуштено дно некадашњег Панонског мора-језера, које је материјалом речних токова заравњено и већим делом прекривено квартарним творевинама. На дну Панонског басена (Панонска низија) доминира акумулација флувијалног и еолског материјала, а у његовим ободним деловима ерозија. Ободни делови басена су, стога, испресецани долинама бројних речних токова.

Јужно од Саве и Дунава формиране су, у односу на Панонски басен, мање тектонске потолине (ровови, котлине, басени) километарских димензија, међу којима су најпознатије мионичко-белановичка, великоморавска, западноморавска, топличка, лесковачка, врањско-бујановачка, кучевска, жагубичка, сокобањска, сврљишка, пиротска, косовска, метохијска и др. Набројане потолине (котлине) су већим делом испуњене неогеним и квартарним творевинама. Ободне делове позитивних и негативних морфоструктура, хорстова и ровова-котлина, по правилу контролишу морфолошки јасно изражене разломне структуре, дуж којих се издижу или спуштају поједини блокови, односно морфоструктуре.

Неотектонске морфоструктуре

У појединим деловима Војводине, под утицајем најмлађих тектонских покрета, формиране су неотектонске-субструктурне депресије. То су, махом, плитка овална улегнућа, километарских димензија, често плављена атмосферском и изданском водом. Унутар неотектонских депресија се срећу баре, мочваре, напуштени меандри и меандрирајући оцедни речни токови. Најпознатије неотектонске депресије су: алибунарска, сремска и руско-крстурска. Зеремски (1967) сматра да је алибунарска депресија, а вероватно и остале, настала неотектинским спуштањем претерцијарних стена (палеозојских и мезозојских) у подини неогених седимената.

Магматске морфоструктуре–магматска тела

Дејство ендогених сила испољава се и у покретању магме (усијане течне масе) која се креће навише и утискује у Земљину кору, где се хлади, консолидује и претвара у *стеновито магматско тело*, односно *дубинску–интрузивну стену*. Уколико магма избије на површину Земље, долази до снажне вулканске ерупције и изливања лаве праћене пирокластитима (агломерати, брече, пепео). Стене настале ерупцијом вулкана обухваћене су под заједничким називом *вулканске* или *екструзивне стене*.

Дубинске и вулканске стене су настале ендогеним силама, као и тектонски облици, те пошто имају своје облике и структуре, дефинисане су као морфоструктуре магматског порекла, које се по месту и начину настанка деле на *интрузивне* и *екструзивне*.

Морфоструктурни облици од интрузивних-дубинских стена (гранитоиди, габрови, перидотит и др.), утиснутих и консолидованих у Земљиној кори, изграђују различите облике. То су махом *батолити* – подземни стеновити масиви огромних димензија, затим *лаколити* - међуслојни облици у виду сочива или печурке, *лаполити* - интрузивне масе синклиналног облика, фонолити утиснути у темене делове антиклинала итд. Поменути облици (магматска тела) интрузивних стена су, накнадно, тектонски издигнути и езогено обликовани. Непосредно се могу осматрати само на местима где су ерозијом откривени.

Значајније појаве *гранитоида* палеозојске старости, утиснути у метаморфите Српско-македонске масе, откривени су у подручју Бујановца и на Варденику, јужно од Сурдулице и Власинског језера. Већи масиви гранитоида исте старости јављају се и у Карпато-балканидима источне Србије (брњички, нереснички и горњачки).

Терцијарни гранитоиди јављају се претежно у оквиру Вардарске зоне (Цер, Борања, Букуља, Копаоник). Гранитоиди исте старости, утиснути у зеленим шкриљцима власинског метаметаморфног комплекса, откривени су и у подручју Сурдулице.

Магматска тела од базичних стена представљена су *габровима* Дели-Јована. Исте стене констатоване су и у подручју Књажевца, на локалитету Заглавак. Мање појаве габра запажене су у ободним деловима Ђаковичких ултрамафита. Од габродиабазних стена изграђена је и Ђеравица (2.656 m), највиши врх метохијских Проклетија, а западно од највишег врха, гребеном према Албанији, доминирају гранитоиди.

Ултрамафити на територији Србије имају значајно распрострањење, посебно у појасу Вардарске зоне. Веома сложени ултрамафитски комплекс, испробијан терцијарним вулканитима, откривен је у ибарско-копаоничкој области, од Косовске Митровице, на југоистоку до Западне Мораве, на северозападу. Ултрамафитским стенама су, већим делом, изграђене планине Маљен, Суворор и Златибор. Значајније појаве ултрамафита откривене су и на Косову и Метохији (Ораховац, Ђаковица, Голеш, Сиринић).

Магматска тела утиснута унутар земљине коре одражавају се и на топографској површини Земље, у виду *прстенастих структура*. Ове појаве су запажене у подручју Рудника, Копаоника, Радан планине, Лесковца, Јагодине, Бељанице и другде. Набројане прстенасте структуре, на морфоструктурној карти Србије су приказане по интерпретацији др Илије Ђоковића, проф. Рударско-геолошког факултета у Београду.

Екструзивним морфоструктурама обухваћене су стене и облици вулканског порекла. На територији Србије данас нема активних вулкана, али присуство вулканских стена и пирокластичног материјала, несумњиво указује на њихову некадашњу активност. Вулканизам на простору Републике Србије везује се за период терцијера (олигоцен и миоцен), који је са повременим прекидима трајао све до краја миоцена.

Судећи по распрострањењу вулканских стена (дацита, андезита, трахита, латита) и пирокластита (агломерата, бреча, туфова), најпознатија подручја терцијарног вулканизма су: Рудник, Борач, Котленик, ибарско-копаоничка област, Радан планина (Леџки андезитски комплекс) и подручја Гњилана и Врања. Мање појаве дацито-андезита запажене су и у подручју власинских метаморфита, на Чемернику.

У Тимочној области источне Србије *вулканске стене* имају широко распрострањење, 800-850 km². Простиру се на дужини од око 80 km, од Мајданпека, на северу до Ртња и Тупијнице, на југу. Међутим, како се овде ради о субмаринском вулканизму, где се вулканске творевине (андезити, агломерати, брече, туфити) често смењују (прослојавају) са горњекредним седиментима, који су претрпели убирања, на морфоструктурној карти нису посебно приказане. Поменуте су у тексту о геолошкој грађи Карпато-балканида под називом "вулканогено-седиментна формација".

Током вулканске активности сигурно су формирано кратери, калдере, купе, некови, лавични сливови и други карактеристични облици вулканогеног рељефа. Ови облици су, међутим, ерозионим дејством егзогенних процеса већим делом

разорени. Задржале су се вулканске стене са пирокластичности, а од вулканских облика запажени су само *делови калдера* и *вулкански некови*. Остаци делимично очуваних *калдера* констатовани су на: Радан планини (Лецки андезитски комплекс), Рогозни, Борачу и другде. *Вулкански некови*, изграђени, махом, од чвршћих стена (кварц-латита, кварц-порфира) запажени су на више локалитета. Најпознатији су: Островица (758 m) у подручју Рудника, Звечан (797 m) код Косовске Митровице, Јеринин или Јелач град (1.262 m) на Рогозни и Грот (1.327 m) код Врања.

Геоморфолошка историја морфоструктурног рељефа

Морфогенеза и еволуција

Прве копнене површине, на територији Србије, настале су на простору Српско-македонске масе током варисцијске орогене фазе, која је започела крајем девона, а завршила крајем перма и почетком тријаса. Новонастало копно је накнадним тектонским покретима и егзогеним процесима претрпело велике промене, те његови просторни односи нису исти као данашњи.

Главна обликовања копна везана су за алпску орогенезу, у периоду од горњег тријаса до олиго-миоцена, када је у геолошким лабилним областима Паратетиса, у више орогенних фаза, обављено убирање, навлачење и раседање. Под утицајем ових тектонских покрета формиране су, махом, веначне планине на простору данашњих Динарида и Карпато-Балканида.

Међутим, геоморфолошка историја морфоструктурног рељефа, и рељефа Србије у целини, може се пратити тек од почетка миоцена, када су вертикалним раседима створене основне контуре данашњег рељефа. У току олиго-миоцена, наиме, у савској орогеној фази, активирани су вертикални тектонски покрети који су раскомадали старије, претерцијарне структуре и формирали нове. Блокска разламања и вертикални тектонски покрети условили су настанак хорстова и тектонских потолина километарских и хектокилометарских димензија.

За овај период тектонске активности везује се настанак великих басена, Панонског и Влашко-пантијског, као и бројних мањих тектонских потолина (ровова, котлина, басена) јужно од Саве и Дунава. Тектонске потолине су почетком неогена заглављене трансгресијом Панонског мора које је према југозападу допирало до Таре и Златибора, а преко моравског рова и до Грделичке клисуре на југу. Истовремено, Влашко-пантијским морем, заглављивани су источни делови Србије, а Егејским јужни.

Вертикални тектонски покрети условили су и магматску активност. Ово се посебно односи на гранитоиде, интродовани у палеозојске и мезозојске стене, који су временом тектонски издигнути и егзогено обликовани.

Олиго-миоценски тектонски покрети условили су развој вулканизма на Руднику, Борачу, Котленику, Рогозни, Копаонику, Радан планини, у подручју Гњилана, Врања и другде. Вулканизам је започео у средњем олигоцену и са повременим прекидима трајао све до плиоцена. Вулканска активност се одвијала у више фаза и имала је изразито експлозивни карактере, те је пирокластични

материјал, посебно вулкански пепео, депонован далеко, више километара од вулканских центара.

Почетком миоцена, са формирањем основних контура иницијалног рељефа, егзогени процеси имају све запаженију улогу у морфолошком обликовању рељефа.

Од почетка неогена до данас, геоморфолошки процеси су праћени климатским променама и неотектонским покретима. Сматра се да је током читавог неогена клима била топлија и влажнија од данашње. Обилне количине падавина условљавале су развој флувијалног процеса, а са развојем флувијалног развијали су се и други егзогени процеси, пре свега крашки и падински.

Почетком плеистоцена наступило је захлађење које је условило појаве ледника. У највишим деловима Шар-планине и Проклетија, изнад 2.000 m, образовани су ледници који су изградили циркове, валове, морене и друге карактеристичне облике глацијалног рељефа. Истовремено се у северним деловима Земље, у Војводини и североисточној Србији, у условима хладне и суве климе, одвијао еолски процес. Навејавањем еолских седимената, на рецентном дну Панонског басена и у његовим ободним деловима, формиран је лесни покривач. Судећи по траговима винчанске културе из доба неолита (2800-2100 година пре нове ере), еолски процес је настављен и у холоцену, а у појединим деловима одвија се и данас (Делиблатска пешчара, Суботичка и др.). Међутим, у хипсометријски вишим планинским пределима доминирали су периглацијални процеси (криогени и нивациони) везани за дејство мраза и снега. Они су и данас активни, посебно изнад 1.500 н. в., али само у хладнијој, зимској половини године, када се у току дана и ноћи наизменично смењују позитивне и негативне температуре ваздуха. Сви поменути егзогени процеси (флувијални, крашки, падински, глацијални, периглацијални и др.) имали су значајан учинак у морфолошком обликовању морфоструктурног рељефа.

Најмлађа тектонска активност која је условила формирање, а затим повлачење мора (Панонског, Влашко-пантијског и Егејског) и котлинских језера, вулканску активност и формирање иницијалних речних токова, није се зауставила у плиоцену. Током плеистоцена и кроз цео холоцен, све до данас, неотектонски покрети су условљавали диференцијална вертикална кретања блокова са променљивим интензитетом и правцем кретања. Вертикална кретања, издизања и спуштања појединих блокова, обављају се дуж старих и новонасталих раседа, који су у данашњем рељефу морфолошки јасно изражени. Они, по правилу, контролишу ободне делове тектонских потолина, односно хорстова.

Неотектонска активност је имала велики утицај на флувијални рељеф, који је контролисан развојем тектонских депресија. Као наставак старијих тектонских покрета, током неогена и кроз квартал, тонуле су депресије у којима су данас највећи речни токови (Дунав, Сава, Тиса, Велика, Западна и Јужна Морава, Колубара, Тимок, Бели Дрим и др.). Издизање и спуштање блокова условило је појачану ерозију у планинским пределима, односно акумулацију у депресијама. Дубоко усечене долине (клисуре, кањони), укљештени меандри, епигеније, плавине, речне и глациофлувијалне терасе, последица су неотектонског издизања, односно спуштања појединих делова терена. Ако се има у виду дебљина неогених седимената, стотину до неколико хиљада метара, депонованих у тектонским

депресијама Панонског басена и котлинама, онда је износ вертикалних кретања, од неогена до данас, морао бити велики, километарских димензија.

На крају, може се закључити да су морфоструктуре облици ендеогеног порекла вајани и обликовани егзогеним процесима. У њиховом формирању учествују удружено ендеогени и егзогени процеси, који се међусобно стално супротстављају и условљавају. Ендеогеним процесима, тектонским и магматским покретима, створени су структурни облици (иницијални рељеф), а под утицајем егзогених процеса, на структурним–иницијалним облицима ендеогеног рељефа, "накалем-љени" су егзогени облици, а то могу бити, у зависности од агенса и литолошког састава, флувијални, крашки, падински, глацијални и др. Морфоструктуре су, према томе, обликоване ендеогеним и егзогеним процесима, те по свом настанку имају полигенетско обележје.

© 2018 Serbian Geographical Society, Belgrade, Serbia.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Serbia

Литература (погледати у енглеској верзији текста)